STANDAR NASIONAL INDONESIA

SNI 05 - 2300 - 1991

UDC 621.9 - 755

~~PERALATAN~~ MESIN PEMBALANS - SELUBUNG DAN KONDISI PENGAMAN LAIN

DEWAN STANDARDISASI NASIONAL - DSN

Berdasarkan usulan dari Departemen Perindustrian
standar ini disetujui oleh Dewan Standardisasi Nasional
menjadi Standar Nasional Indonesia dengan nomor :

SNI 05 - 2300 - 1991

DAFTAR ISI

MESIN PEMBALANS – SELUBUNG DAN KONDISI PENGAMAN LAIN

1. RUANG LINGKUP

Standar ini meliputi definisi, kemungkinan kecelakaan dan pengaruhnya pada keselamatan, bahaya yang mungkin terjadi dan tindakan pencegahan, pengalaman dan selubung, pemilihan kelas proteksi, persyaratan untuk kelas proteksi, pemilihan selubung kelas C untuk mesin serbaguna untuk mesin pembalans.

2. DEFINISI

Definisi untuk keperluan standar ini adalah sesuai dengan ISO. 1925.

3. KEMUNGKINAN KECELAKAAN DAN PENGARUHNYA PADA KONDISI KESELAMATAN

Secara umum peraturan lokal maupun nasional masyarakat keselamatan minimum tertentu yang perlu diperhatikan. Pengamatan terhadap persyaratan yang demikian dan digabung dengan rekomendasi yang tercantum dalam standar ini umumnya akan memberikan suatu kondisi yang cukup untuk melindungi operator mesin pembalans dan pekerjaan lain di sekitarnya. Tetapi mungkin juga terdapat kasus di mana selubung yang direkomendasikan atau pengaman lain sangat mahal atau karena pemakaiannya memakan waktu, maka pengaman lainnya dapat diterapkan dengan hati-hati seperti halnya mengosongkan daerah sekitarnya dengan jarak yang cukup, mengawasi dari jauh fasilitas pembalans, atau pekerjaan di luar jam kerja normal, dan lain-lain.

Kemungkinan terjadinya kecelakaan menjadi penting untuk diperhatikan jika suatu rotor perlu dibalans atau uji-putar pada atau lebih tinggi daripada kecepatan operasi, di mana kegagalan utama rotor tidak dapat diabaikan seperti halnya pada proses membalans kecepatan rendah. Kecepatan operasi maksimum dan kecepatan putar umumnya beroperasi jauh lebih rendah daripada kecepatan di mana akan terjadi kegagalan utama rotor.

Di lain pihak, sebuah rotor yang sedang dibalans pada kecepatan rendah dapat terdiri atas beberapa komponen yang dirakit seperti halnya sebuah roda turbin bersudu. Dalam hal ini perlu memperhatikan apakah sebuah selubung mesin pembalans kecepatan rendah dapat menahan penetrasi sebuah sudut turbin, atau apakah cukup kuat menahan massa pembalans yang terlepas dan terlontar selama proses membalans. Jika secara praktis kemungkinan terlepasnya sudu hampir tidak ada, maka sebuah selubung ringan yang hanya selubung terhadap korosi, dapat digunakan.

Karena standar ini membahas mengenai mesin pembalans dan keselamatan secara umum, tidak ada rincian mengenai risiko yang dapat dinyatakan untuk rotor khusus dan fasilitas pembalans khusus. Penelitian individu, berdasarkan parameter rotor sebenarnya, akan dibutuhkan untuk setiap kasus khusus. Dalam hal ini, analisis risiko mengenai kemungkinan terjadinya kegagalan perlu dimasukkan sebagai karakteristik mesin pembalans tersebut. Untuk mengetahui penyebab terjadinya kerusakan, penting untuk diketahui mengenai tingkat tidak balans yang dapat ditahan oleh penumpu dan bantalan akibat dari kegagalan rotor parsial, sebagai contoh komponen rotor yang terlontar.

4. BAHAYA YANG MUNGKIN TERJADI DAN TINDAKAN PENCEGAHAN

Bahaya yang timbul dari komponen mesin umumnya telah tercakup dalam peraturan keselamatan lokal dan nasional. Bahaya yang berkaitan dengan rotor yang berputar pada mesin pembalans dapat dipisahkan menjadi beberapa kategori yang berbeda dan pencegahan dapat dilakukan dengan berbagai cara.
Secara umum bahaya yang mungkin terjadi dan tindakan pencegahan yang sesuai adalah sebagai berikut :

4.1 Terlepasnya Atau Rusaknya Kopling Penggerak Ujung

Satu ujung dari penggerak sambungan universal masih terkopel dengan penggerak mesin pembalans atau motor pemutar, sedangkan ujung bebas yang lain terlepas. Peralatan pengaman yang umum untuk kasus ini adalah selubung di sekeliling poros sambungan universal.

4.2 Operator Yang Terjebak Pada Penggerak Sabuk

Peralatan pengaman yang umum adalah selubung sabuk di sekitar motor dan puli pengencang, Proteksi yang lebih lengkap adalah selubung mesin.

4.3 Gerak Aksial Rotor Keluar Dari Tumpuan Mesin Akibat Gaya Aksial Yang Terjadi Oleh Rol Penumpu Yang Miring Atau Pengaruh Angin

Bahaya ini umumnya tidak terjadi pada mesin yang mempunyai penggerak ujung, jika kopling penggerak ujung tersebut dapat mencegah gerak aksial. Pada mesin yang digerakkan oleh sabuk, gerak aksial dicegah oleh adanya penahan tekanan aksial.

4.4 Rotor Terangkat Dari Bantalan Terbuka Mesin

(Sebagai contoh akibat tidak balans awal yang berlebihan atau pergeseran atau pemisahan massa yang besar selama rotasi)

Hal ini dapat dicegah dengan menggunakan bantalan tertutup atau jika menggunakan rol penumpu, pencegahan dapat dilakukan dengan alat pengaman hold-downs.

4.5 Operator Berkontak Dengan Bagian Dari Rotor Yang Berputar
(Sebagai contoh sudu atau komponen yang menonjol lainnya).

Hal ini dapat dicegah dengan kewaspadaan terhadap pembatas, pagar atau selubung.

4.6 Partikel Rotor Kecil, Sebagai Contoh Kekas Kas, Baut, Pasak Atau Massa Koreksi Yang Terlepas Dari Rotor Pada Saat Rotasi

Proteksi yang sesuai dapat dilakukan, untuk rotor yang sangat kecil digunakan kacamata pengaman atau penutup, atau untuk rotor yang lebih besar digunakan pelindung.

4.7 Komponen Rotor, Sebagai Contoh Sudu, Yang Terlepas Dari Motor Pada Saat Rotasi

Pencegahan dapat dilakukan sesuai dengan yang dibahas pada butir 5.6 dan 5.8.

4.8 Rotor Atau Komponen Utama Rusak Pada Proses Membalans Dengan Kecepatan Tinggi Atau Pengujian Kecepatan Berlebih

Pencegahan dari bahaya ini umumnya memerlukan selubung tahan ledakan, seperti halnya lubang atau ruang bawah tanah; pada lingkungan tertentu tindakan pencegahan lain mungkin dapat berupa pengosongan daerah kerja.

Catatan :

— Jika karena suatu hal, selubung tahan ledakan tidak dapat digunakan, harus dipersiapkan alat pengaman yang sesuai, dengan memperhatikan seluruh parameter rotor yang relevan dan persyaratan khusus mengenai proses pembuatan dan prosedur pengujian bahan.
Pada saat seluruh pengujian rotor (tidak hanya untuk membalans dan pengujian kecepatan berlebih), sejumlah tindakan pengamanan perlu dilakukan.

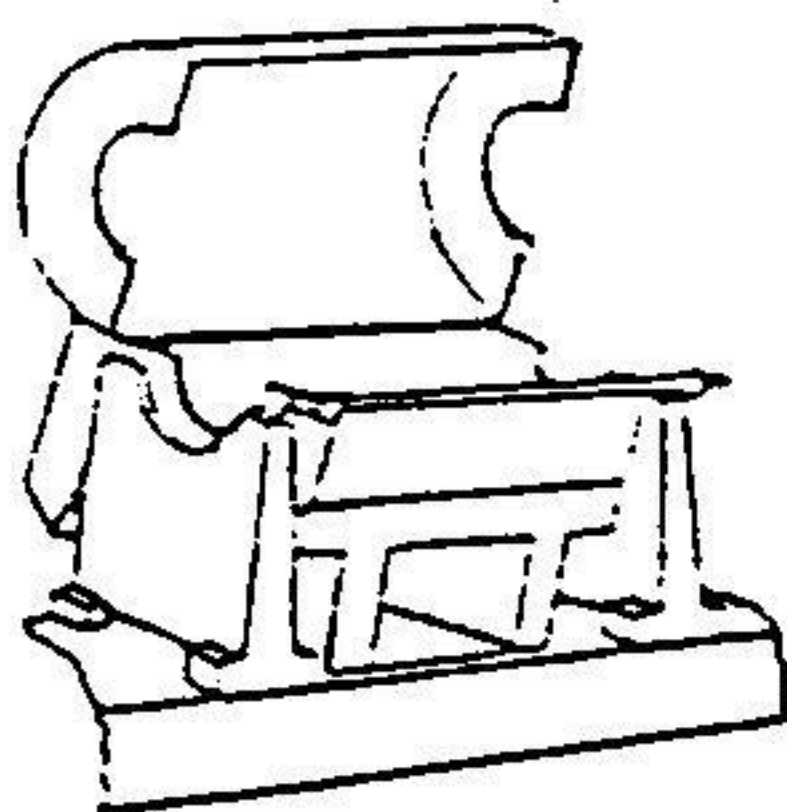
5. PENGAMAN DAN SELUBUNG

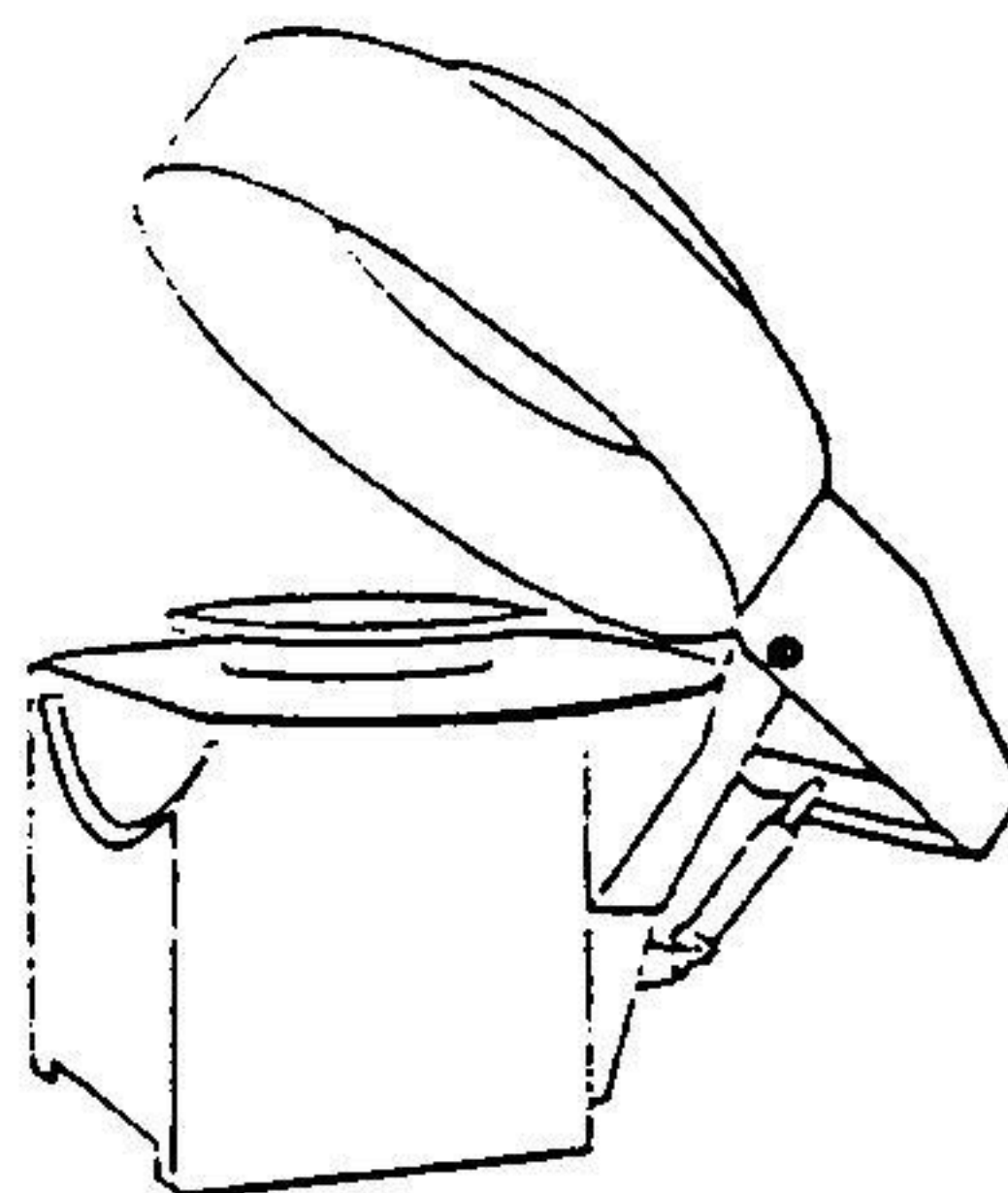
Bahaya yang dibahas pada butir 5.5 sampai 5.8 mungkin di luar kendali pembuat mesin pembalans karena hal ini hampir tidak berpengaruh pada jenis rotor yang akan dipasang oleh pemakai pada mesin pembalans tersebut.

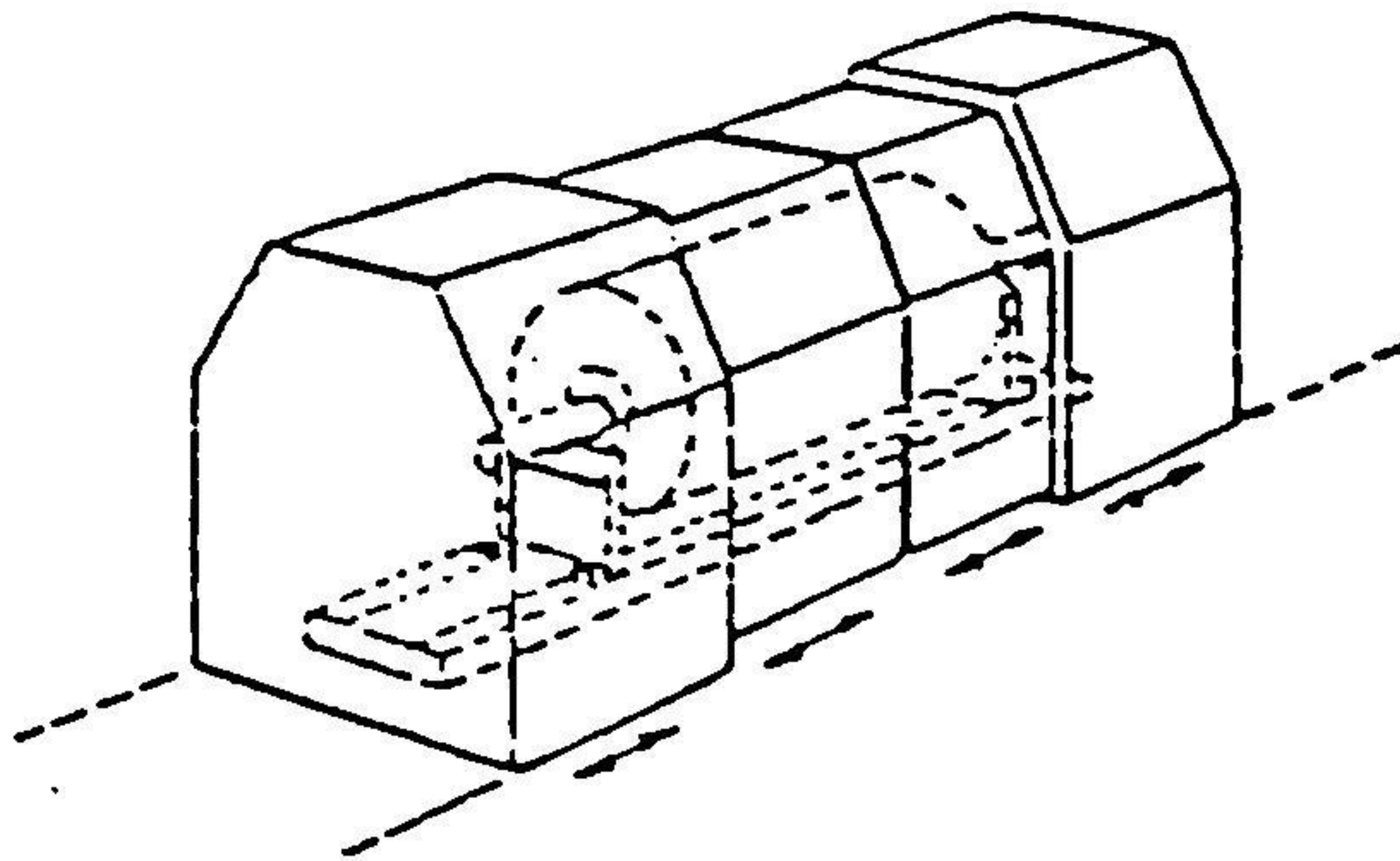
Untuk kasus bahaya yang dijelaskan pada butir 5.5, tindakan pengamanan standar seperti halnya rel pengaman, pagar, pengunci gerak dan lainnya dapat diterapkan sesuai dengan peraturan lokal yang berlaku.

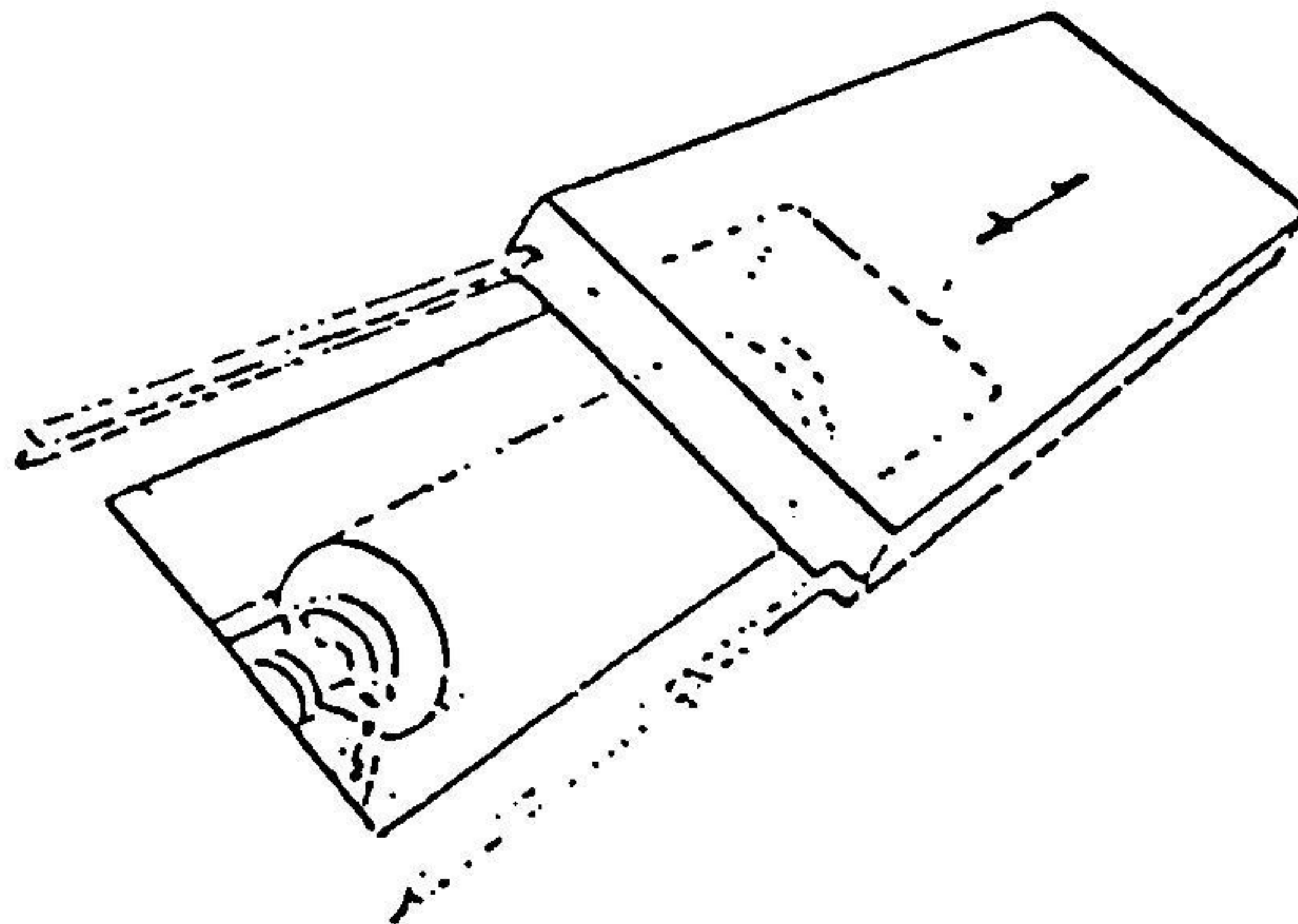
Untuk kasus bahaya yang dijelaskan pada butir 5.6 dan 5.7, bahaya akibat benda yang terlontar tergantung pada tiga parameter yaitu massa, kecepatan dan daerah impak. Jika massa dan kecepatannya kecil, maka partikel yang terlepas dari rotor tersebut dapat ditahan dengan efektif oleh kaca pengaman atau pelindung muka. Jika setengah hasil kali massa dengan kwadrat kecepatan ($mv^2/2$) melebihi 0,56 N.m, selubung rotor atau mesin harus dapat menahan benda-benda seperti baut, massa koreksi, sudu atau bagian rotor lainnya yang terlontar.

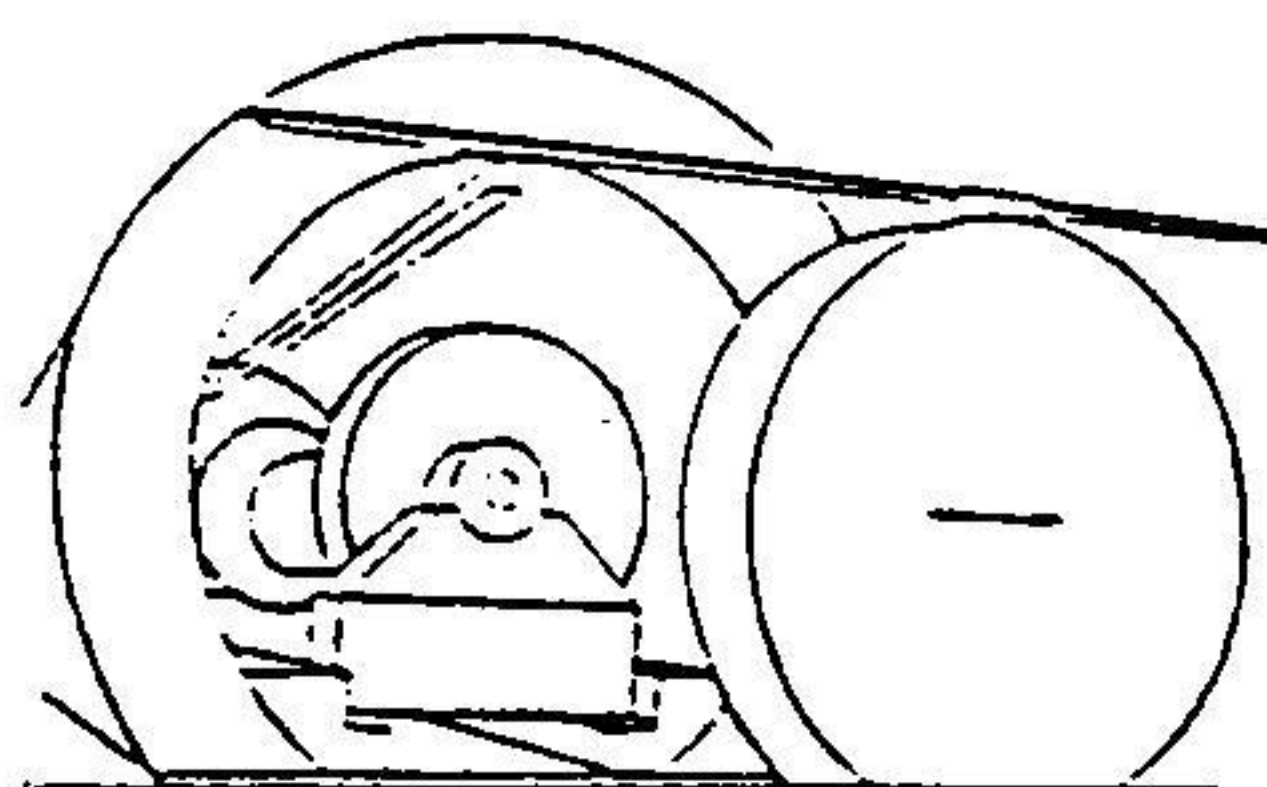
Untuk kasus bahaya yang dijelaskan pada butir 5.8, massa dan kecepatan bagian yang terlepas dari rotor umumnya besar. Maka dibutuhkan selubung yang tahan ledakan atau alat pengaman lainnya.

Berbagai jenis selubung rotor dan mesin ditunjukkan pada Gambar 1 sampai 5.

Gambar 1

Selubung rotor yang umum untuk mesin horisontal yang digunakan untuk membalans.

Gambar 2

Selubung rotor yang umum untuk mesin vertikel yang digunakan untuk membalans.

Gambar 3

Selubung jenis teleskop yang menutupi seluruh mesin, untuk pemakaian umum.

Gambar 4.

Lubang dengan penutup yang tahan ledakan.

Gambar 5.

Lorong dengan pintu yang tahan ledakan (Alat pengangkut tipe rel menggerakkan rotor dan penumpunya masuk dan keluar lorong).

Tabel I
Kelas Proteksi

Kelas Proteksi	Tindakan Pengaman 1)	Kemungkinan Bahaya
1	2	3
0	Tidak ada Tidak diperlukan proteksi terhadap benda keras. Pengamanan terhadap elemen penggerak seperti disyaratkan oleh peraturan lokal dan nasional.	Tidak ada bahaya dari rotor
A	Kaca pengaman atau pelindung muka. Pengamanan terhadap elemen penggerak seperti disyaratkan oleh peraturan lokal dan nasional. Tidak ada proteksi di sekeliling benda kerja.	Kecepatan rotor maksimum di mana tidak terjadi kerusakan rotor; faktor K : massa partikel maksimum X kwadrat kecepatan X 2,5 sama dengan : $\frac{Kmv^2}{2} \leqslant 0{,}56$ N.m
B	Proteksi penghalang dan kaca pengaman atau pelindung muka. Pengamanan terhadap elemen penggerak seperti disyaratkan oleh peraturan lokal dan nasional. Penghalang pencegah kontak permukaan benda kerja yang berputar.	Kecepatan rotor maksimum di mana tidak terjadi kerusakan rotor; komponen rotor (atau massa koreksi tidak balans) yang mungkin terlepas dengan : $\frac{Kmv^2}{2} \leqslant 0{,}56$ N.m
C 2)	Proteksi partikel. Pengamanan terhadap elemen penggerak seperti disyaratkan oleh peraturan lokal dan nasional. Pelindung ditempatkan di sekeliling bagian dari benda kerja di mana ada kemungkinan terlepasnya bagian dari benda kerja tersebut, atau di sekeliling mesin untuk mencegah penetrasi oleh partikel yang terkecil ataupun partikel dengan energi penetrasi yang paling tinggi, yang terlepas dari rotor.	Kecepatan rotor maksimum di mana tidak terjadi kerusakan rotor; komponen rotor (atau massa koreksi tidak balans) yang mungkin terlepas dengan $\frac{Kmv^2}{2} > 0{,}56$ N.m
D 3)	Proteksi ledakan. Pengamanan terhadap elemen penggerak seperti disyaratkan oleh peraturan lokal dan nasional. Pelindung ditempatkan di sekeliling benda kerja atau di seluruh mesin untuk mencegah penetrasi oleh bagian rotor utama pada saat terjadi kerusakan rotor. 3).	Kecepatan maksimum rotor di mana kerusakan rotor tidak dapat dihindarkan. Pelindung harus dirancang untuk parameter rotor spesifik dan karakteristik partikel.

1) Untuk informasi tambahan, lihat butir 7 dan 8.
2) Kemampuan tambahan dari selubung
   a) mengurangi kebisingan
   b) mengurangi pengaruh angin
   c) selubung
3) Atau tindakan pengamanan khusus, sebagai contoh dengan mengosongkan daerah berbahaya.

6. PEMILIHAN KELAS PROTEKSI

Pemakai harus mengevaluasi rotornya, kecepatan balans, dan metode koreksi tidak balans yang diinginkan untuk menentukan tindakan pengamanan yang diinginkan untuk menentukan tindakan pengamanan yang sesuai. Lima kelas dasar proteksi diberikan pada tabel 1, dengan batas pemakaian untuk tiap kelasnya.

7. PERSYARATAN UNTUK KELAS PROTEKSI (lihat tabel 1)

7.1 Kelas Proteksi 0

Untuk memenuhi kelas proteksi 0, seluruh persyaratan berikut perlu dipenuhi :

a) Permukaan rotor harus rata sehingga tidak membahayakan jika terjadi kontak.

b) Metoda koreksi yang dipilih sedemikian rupa sehingga tidak menyebabkan adanya bagian yang terlepas (umumnya dengan cara mengurangi material).

c) Kecepatan rotor maksimum harus sedemikian rupa sehingga tidak akan terjadi kerusakan rotor.

d) Rotor perlu dicegah supaya tidak terangkat dari bantalan mesin pembalans dengan memberikan hal-hal yang disebutkan pada 5.4 atau energi rotasi rotor pada kecepatan balans maksimumnya sedemikian kecil sehingga tidak terjadi kerusakan jika rotor terangkat dari mesin.

7.2 Kelas Proteksi A

Untuk rotor yang sangat kecil, di mana energi impak dari bagian yang terlepas dari rotor sangat kecil sehingga kaca pengaman atau pelindung cukup untuk melindungi operator, tidak diperlukan selubung rotor.

Perlu diperhatikan bahwa energi impak terbesar yang terjadi tidak melebihi batas yang telah ditetapkan berdasarkan peraturan lokal atau nasional mengenai kaca pengaman (sebagai contoh seperti dinyatakan pada ISO 4840)

Selanjutnya, persyaratan yang dicantumkan pada butir 7.1d perlu diterapkan dan bahaya yang terjadi akibat kontak dengan benda kerja yang berputar harus sangat kecil (sebagai contoh, giroskop kecil atau alat induksi kecil).

7.3 Kelas Proteksi B

Untuk memenuhi kelas proteksi B, rotor tidak diperbolehkan memiliki massa koreksi tidak balans yang lebih besar daripada yang diijinkan untuk kelas proteksi A yang mungkin terlepas pada saat proses membalans. Koreksi tidak balans dengan mengurangi material umumnya memenuhi persyaratan ini.

Satu-satunya bahaya dengan rotor berputar adalah kontak yang tidak sengaja dilakukan oleh operator. Untuk mencegah hal ini, proteksi tipe penghalang umumnya mencukupi, seperti halnya pagar, rel, pelindung jala kawat, dan lainnya. Penghalang tersebut dapat dilengkapi dengan suatu interlock dengan penggerak mesin, sehingga rotor tidak dapat diputar jika penghalang tersebut belum ditutup. Untuk kasus-kasus di mana bahaya kontak cukup besar, yang dapat terjadi pada rotor ukuran sedang dan besar.
Pengaman suatu sistem (interlock) diperlukan untuk mencegah pembukaan penghalang sebelum rotor diperlambat sampai mendekati kecepatan nol.

Dalam beberapa pemakaian, hanya sebagian dari rotor yang perlu dilindungi, karena bagian lain dari rotor termasuk dalam kategori kelas proteksi 0. Dalam hal ini, kontak perlu dicegah hanya terhadap bagian permukaan yang berbahaya pada rotor.

Jika penghalang cukup besar untuk memungkinkan operator bekerja di dalamnya, perlu diberikan perlindungan untuk keselamatan.

7.4 Kelas Proteksi C

Untuk memenuhi kelas proteksi C, komponen rotor yang mungkin mempunyai bagian yang dapat terlepas harus dilindungi seluruhnya. Persyaratan kelas ini dapat juga dipenuhi jika seluruh mesin, termasuk rotornya, terlindung dan tidak dibenarkan memasuki daerah yang terlindung tersebut, atau dengan mengosongkan daerah berbahaya.

Sebuah selubung harus dapat berfungsi pada kasus terburuk, misalnya dapat mencegah penetrasi oleh bagian rotor yang mempunyai energi penetrasi yang tinggi. Setelah mengalami impak, pelindung tersebut mungkin tidak dapat digunakan sebelum seluruh atau sebagian selubung tersebut diperbaiki atau diganti.

Jika selubung rotor tersebut hanya sebagian (misalnya terbuka dalam arah aksial) perlu diperhatikan bahwa bagian rotor yang terlepas akan terpantul keluar. Jika digunakan material berlubang untuk selubung tersebut, perlu diperhatikan bahwa bagian rotor yang terlepas dengan ukuran terkecil tidak dapat lolos dari lubang tersebut.

Dua hal yang perlu diperhatikan dalam pemilihan selubung untuk mencegah bahaya akibat bagian rotor yang terlepas:
Karakteristik bagian rotor yang mungkin terlepas dari rotor
Tingkat perlindungan yang dipunyai oleh berbagai jenis selubung.

Pemakai perlu mengevaluasi rotornya, kecepatan balans, dan metode koreksi tidak balans yang digunakan untuk memperkirakan karakteristik bagian rotor yang mungkin terlepas pada sat membalans, dan perlu memperhitungkan energi penetrasi terbesar yang mungkin dipunyai oleh bagian yang terlepas dan memilih selubung yang dapat menahan impak tersebut. Rekomendasi proteksi untuk mesin serba guna dapat dilihat pada butir 9.

7.5 Kelas Proteksi D

Kelas proteksi ini ditujukan seluruh rotor yang tidak termasuk kategori kelas proteksi 0, A, B, dan C, yaitu di mana kerusakan utama rotor tidak dihindarkan.

Pelindung untuk kelas ini harus dapat menahan impak yang diberikan oleh bagian yang terlepas akibat kerusakan rotor, di mana sepertiga dari seluruh massa rotor dapat terlepas.

Selubung tahan ledakan perlu dirancang untuk rotor tertentu yang akan dibalans atau diuji, dengan memperhatikan seluruh parameter yang relevan dari rotor, dan juga prosedur pembuatan dan prosedur serta persyaratan penanganannya.

Energi penetrasi dari bagian rotor dengan kecepatan tinggi tersebut memberikan energi impak yang besar di mana rumusan yang digunakan untuk penentuan tingkat ketahanan penetrasi pelindung dalam butir 9 tidak dapat diterapkan. Energi penetrasi tersebut harus dihitung dengan dasar proses penetrasi material atau teknologi yang serupa.

8. PEMILIHAN SELUBUNG KELAS C UNTUK MESIN SERBA GUNA

8.1 Umum

Dalam banyak kasus, pemakai tidak dapat memperkirakan ukuran dan jenis rotor yang akan dibalans dengan mesin pembalansnya, demikian pula dengan pengetahuan mengenai bagian rotor yang akan terlepas dari rotor tersebut. Dalam hal ini, petunjuk berikut ini diberikan untuk membantu memilih selubung yang sesuai.

Mesin serba guna terutama digunakan untuk membalans dengan kecepatan rendah dan kecepatan keliling rotor pada umumnya adalah antara 10 sampai dengan 30 m/s.

8.2 Ukuran Bagian Yang Terlepas

Untuk jenis rotor yang umum, dapat diasumsikan bahwa tidak balans awal maksimum, di mana massa koreksi maksimum dapat terlepas, tidak melebihi

$$m_1 = 7{,}5\ m^{2/3}$$

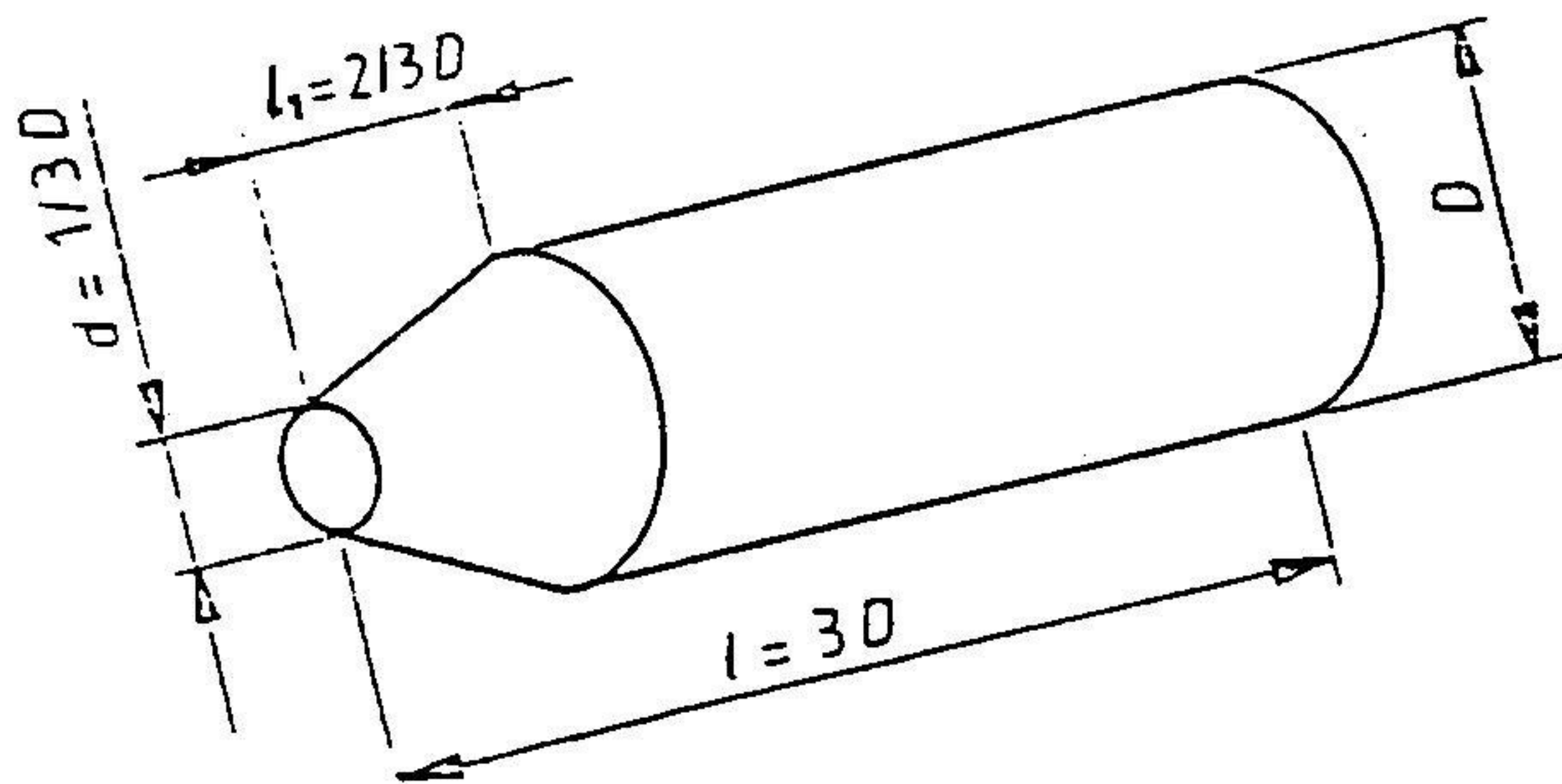
di mana

m_1 adalah massa koreksi, gram;

m adalah massa rotor, kilogram.

8.3 Material dan Bentuk Bagian Yang Terlepas

Karena asumsi harus dibuat untuk mengantisipasi bentuk bagian rotor yang akan terlepas, maka asumsi dibuat dengan ekivalensi terhadap "proyektil standar", seperti ditunjukkan pada gambar 6, dan juga bahwa benda tersebut akan mengenai titik pada dinding selubung terlebih dahulu.

Material bagian rotor yang terlepas diasumsikan sebagai baja dengan kekerasan 40 sampai 50 RC sehingga tidak terjadi deformasi yang tampak pada saat bagian tersebut mengenai selubung.

Gambar 6
Proyektil Standar Untuk Pengetesan Ketahanan
Penetrasi Dan Pelindung Keselamatan

8.4 Energi Penetrasi Bagian Yang Terlepas

Energi penetrasi dinyatakan dalam besaran

$$Kmv^2/2$$

di mana

m adalah massa bagian yang terlepas, kilogram;

v adalah kecepatan tangensial, meter per detik, yaitu kecepatan balans (rpm) dikalikan dengan jari-jari (m) di mana partikel akan terlepas, dikalikan dengan 2/60;

K adalah faktor yang tergantung pada material, kekerasan, bentuk dan luas bidang impak bagian yang terlepas.

8.5 Pemilihan Faktor K

Harga faktor K yang sesuai perlu diperkirakan sebagai berikut :

8.5.1 Faktor K Rendah : K = 0,3

Bagian yang terlepas yang mempunyai faktor K rendah adalah yang berbentuk bola dan terbuat dari baja yang dikeraskan atau bentuk lain tetapi dengan material lunak seperti halnya alminium yang tidak ditemper, tembaga lunak, solder atau plastik.

8.5.2 Faktor K Standar : K = 1

Bagian yang terlepas yang mempunyai faktor K standar adalah yang sesuai dengan bentuk proyektil seperti digambarkan pada gambar 6, terbuat dari baja, dikeraskan sampai 10 — 50 RC. Baut, mur dan ring merupakan jenis bagian yang terlepas yang umum.

8.5.3 Faktor K Tinggi : K = 10

Bagian yang terlepas yang mempunyai faktor K tinggi adalah yang memiliki ujung runcing yang dapat menimbulkan gaya setempat yang tinggi pada titik kontak dengan selubung.

Catatan :

— Perkiraan K secara tepat seringkali sukar dilakukan, dalam hal ini penentuan secara empiris direkomendasikan.

8.6 Tingkat Ketahanan Penetrasi Selubung

Untuk massa bagian terlepas yang umum, dan kecepatan sekitar 20 m/s, kelas selubung yang sesuai diberikan pada tabel II dengan kapasitas mesin pembalans serba guna yang sesuai berdasarkan asumsi bahwa K = 1. Kecepatan bagian terlepas dianggap sama dengan kecepatan keliling rotor pada jari-jari tertentu di mana bagian tersebut terlepas.

Jika massa atau kecepatan atau harga K berbeda dengan yang tercantum dalam tabel, rumusan berikut dapat digunakan untuk menghitung tingkat ketahanan penetrasi (PRR) yang diperlukan oleh pelindung :

$$PRR = Kmv^2/2$$

dengan kecepatan bagian terlepas berkisar antara 10 sampai 30 m/s.

Dalam kasus ini, m adalah massa bagian terlepas maksimum yang diperkirakan (kg); harga K seperti diberikan pada 9.5 dapat digunakan.

Gambar 7 memberikan suatu grafik penentuan tingkat ketahanan penetrasi dan pemilihan kelas proteksi yang sesuai berdasarkan massa dan kecepatan bagian terlepas.

Sebagai contoh :

m max. = 0,02 kg

v max. = 20 m/s

K = 10 (tinggi)

dari grafik diperoleh bahwa tingkat ketahanan penetrasi yang diperlukan adalah 40 sehingga diperlukan kelas proteksi selubung C 60.

Catatan :

1. Suatu bagian terlepas mempunyai faktor K tinggi untuk massa sebesar 0,02 kg adalah ekivalen dengan sebuah bagian terlepas dengan faktor K standar untuk massa sebesar 0,2 kg.
2. Untuk bentuk bagian yang tidak umum atau untuk kecepatan di luar daerah 10 — 30 m/s, penentuan empiris mengenai ketahanan penetrasi yang diperlukan oleh pelindung perlu dilakukan.
3. Untuk mesin pembalans dengan kecepatan bervariasi, kecepatan balans maksimum (rpm) perlu dibatasi melalui rumusan :

   n max = (60 v max.)/(2 —— R max)

   di mana

   v max. adalah antara 10 — 30 m/s;

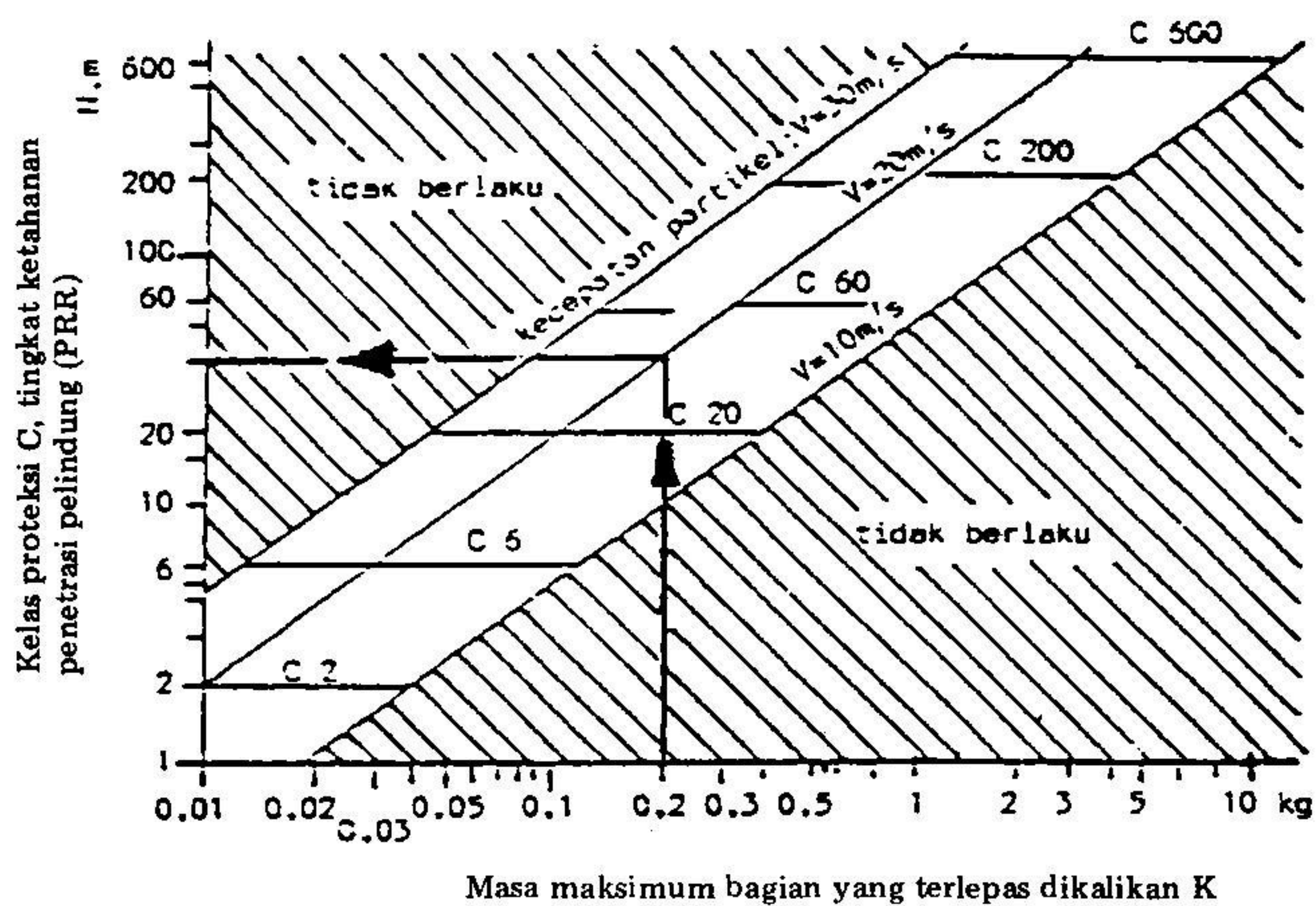
   R max. adalah jari-jari rotor maksimum (m), di mana bagian tersebut akan terlepas dari rotor.

8.7 Uji Verifikasi Untuk Selubung

Untuk melakukan verifikasi ketahanan penetrasi dari selubung dengan tingkat tertentu, proyektil standar untuk kelas proteksi standar tersebut (lihat tabel II) digunakan untuk pengujian impak, proyektil tersebut diarahkan tegak lurus terhadap permukaan dan ujung proyektil diarahkan ke permukaan. Proyektil tersebut diujikan pada contoh pelat selubung pada bagian yang terlemah.

Contoh pelat tersebut harus paling sedikit sepuluh kali panjang proyektil standar, dan lebarnya sepuluh kali diameter proyektil standar. Selanjutnya, pelat tersebut harus ditumpu dengan kondisi yang sesuai dengan keadaan sebenarnya.

Selubung dapat dianggap sesuai apabila proyektil dengan kecepatan 20 m/s tidak memberikan penetrasi penuh pada sisi dinding selubung.

Jika kecepatan partikel yang digunakan dalam pengujian bukan 20 m/s, rumusan dalam 9.6 dapat digunakan untuk menghitung harga PRR. (Pada setiap kasus diusahakan supaya kecepatan berkisar antara 10 sampai 30 m/s).

Gambar 7

Grafik untuk menentukan kelas proteksi yang diperlukan berdasarkan massa dan kecepatan

Tabel II
Parameter Selubung/Kelas Proteksi C
Untuk Mesin Pembalans Serbaguna

Kelas Proteksi C[2])	Kecepatan	Parameter Proyektil Standar (k = 1)						
		Massa m. max	Diameter, D	Panjang, l	Diameter muka, d	Energi Sosi. $E/\pi\ d^2/4$ [3])	PRR selubung[4])	Kapasitas Mesin Max[5])
	m/s	kg	mm	mm	mm	N.m/mm	N.m	kg
C2	20	0,01	8,6	25,8	2,9	8,31	2	1,5
C6	20	0,03	12,5	37,5	4,2	8,44	6	8
C20	20	0,01	18,6	55,8	6,2	8,66	28	50
C60	20	0,3	26,8	80,4	8,9	8,96	68	250
C200	20	1	40,1	128,3	13,4	1,43	200	1500
C600	20	3	57,8	173,4	19,3	2,86	600	800
C2000	20	10	86,4	259,2	28,8	3,87	2000	50000

1) Untuk penjelasan peristilahan, lihat 9,5 dan gambar 6.

2) Jika hasil kali K, massa dan kwadrat kecepatan partikel (rumus) melebihi PRR untuk kapasitas mesin tertentu, pilihlah kelas yang lebih tinggi yang sesuai.

3) Energi proyektil standar per milimeter kuadrat daerah impak (sisi muka proyektil).

4) Harga PRR yang direkomendasikan dalam tabel ini hanya berlaku untuk kecepatan partikel berkisar antara 18 — 30 m/s.

5) Untuk mesin pembalans serbaguna dengan selubung yang direkomendasikan dan K = 1.